

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1994/95

April 1995

ZSC 546/4 - Peranti-Peranti Semikonduktor

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab KESEMUA EMPAT soalan.

Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Perihalkan dengan ringkas mengenai:

- (i) keadaan seimbang dan tak seimbang bagi pembawa, dan
- (ii) mekanisme penjanaan dan gabungan semula pembawa secara tak langsung pada keseimbangan terma,

dalam suatu bahan semikonduktor.

(35 markah)

(b) Dengan mempertimbangkan suatu simpang mendadak p-n, tunjukkan dengan berdasarkan prinsip asas bahawa lebar kawasan kesusutan pada keseimbangan terma dapat dinyatakan oleh:

$$W = \left[ \frac{2\epsilon_s}{q} \left( \frac{N_A + N_D}{N_A N_D} \right) V_{bi} \right]^{\frac{1}{2}}$$

di mana simbol-simbol mempunyai makna yang biasa. Dari sini, perturunkan formula bagi lebar kawasan kesusutan untuk simpang mendadak satu-sisi p<sup>+</sup>-n yang berada di bawah pengaruh voltan pincang songsang V. Lakarkan juga gambarajah jalur tenaga bagi menggambarkan keadaan simpang ini di bawah pincang songsang dan di dalam keseimbangan terma tanpa pincang.

(65 markah)

...2/-

2. (a) Suatu diod pemancar cahaya (LED) perlu dibuat menggunakan Gallium-Arsenide-Phosphide. Bincangkan faktor-faktor yang akan mempengaruhi:

- (i) panjang gelombang cahaya yang dipancarkan oleh diod.
- (ii) kuantiti foton terpancar.
- (iii) ciri I-V daripada diod.

(50 markah)

- (b) Terangkan dengan jelas bagaimana tindakan laser dapat diaruhkan dalam laser simpang p-n semikonduktor degenerat.

Suatu laser simpang hetero GaAs mempunyai nilai  $g$  yang tipikal diberi oleh:

$$g = \frac{g_0}{J_0} (J_{\text{nom}} - J_0)$$

di mana  $J_{\text{nom}}$  ketumpatan arus nominal dan  $g_0$  dan  $J_0$  merupakan nilai empirikal yang diperolehi dari eksperimen. Sekiranya faktor kurungan laser tersebut dinyatakan oleh:

$$\Gamma = \frac{1}{g} \left[ \alpha + \frac{1}{L} \ln \left( \frac{1}{R} \right) \right],$$

terbitkan ketumpatan arus minimum yang diperlukan untuk laser beroperasi dalam sebutan  $d$ ,  $\eta$ ,  $\Gamma$ ,  $\alpha$ ,  $L$  dan  $R$  (simbol-simbol mempunyai makna yang biasa). Bincangkan juga implikasi penting dari ungkapan yang diterbitkan.

(50 markah)

3. Suatu transistor dwikutub pnp mempunyai pendopan yang sekata dalam setiap kawasan dan lebar tapaknya adalah  $W$  yang lebih pendek berbanding dengan panjang resapan  $L_p$ , supaya  $W/L_p \lesssim 0.1$ . Transistor dipincang pada keadaan mod aktif. Bincangkan proses pengaliran arus dalam transistor tersebut dan buktikan bahawa arus pengumpul berkadar terus dengan cas pembawa minoriti yang tersimpan di tapak. Buktikan bagaimana kecekapan pengeluaran transistor tersebut boleh ditingkatkan.

(100 markah)

...3/-

4. (a) Terangkan dengan bantuan gambarajah bagaimana lapisan kesusutan dan songsangan boleh terbentuk dalam suatu sistem semikonduktor-oksida-logam. Apakah faktor yang mengawal titik songsangan?

(60 markah)

- (b) Semikonduktor jenis-p dalam suatu sistem MOS mempunyai ketumpatan pendopan  $N_A \text{ m}^{-3}$  dan ketelusan  $\epsilon_s$ . Cari kelebaran permukaan kawasan kesusutan dalam sebutan keupayaan merintangai semikonduktor tersebut.

(40 markah)

- oooOooo -